

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/000883

International filing date: 28 January 2005 (28.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: EP  
Number: 04002333.5  
Filing date: 03 February 2004 (03.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 08 March 2005 (08.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



**Europäisches  
Patentamt**

**European  
Patent Office**

**Office européen  
des brevets**

**Bescheinigung**

**Certificate**

**Attestation**

Die angehefteten Unterla-  
gen stimmen mit der  
ursprünglich eingereichten  
Fassung der auf dem näch-  
sten Blatt bezeichneten  
europäischen Patentanmel-  
dung überein.

The attached documents  
are exact copies of the  
European patent application  
described on the following  
page, as originally filed.

Les documents fixés à  
cette attestation sont  
conformes à la version  
initialement déposée de  
la demande de brevet  
européen spécifiée à la  
page suivante.

**Patentanmeldung Nr.    Patent application No.    Demande de brevet n°**

04002333.5

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

**R C van Dijk**





Anmeldung Nr:  
Application no.: 04002333.5  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 03.02.04  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
Wittelsbacherplatz 2  
80333 München  
ALLEMAGNE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Wärmetauscherrohr, Wärmetauscher und Verwendung

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

B21D/

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL  
PT RO SE SI SK TR LI



03. Feb. 2004

## Beschreibung

## Wärmetauscherrohr, Wärmetauscher und Verwendung

- 5 Die Erfindung betrifft ein Wärmetauscherrohr mit einer auf einer Außenoberfläche liegenden Außenseite zur Beaufschlagung mit Dampf und einer auf einer Innenoberfläche liegenden Innenseite zur Beaufschlagung mit einem Kühlmedium. Die Erfindung betrifft weiter einen Wärmetauscher mit einer Kühlmedi-  
10 umführung und einer Dampfmediumführung, wobei die Kühlmediumführung eine Vielzahl von Wärmetauscherrohren zur Führung von Kühlmedium an der Innenseite eines Wärmetauscherrohres aufweist, und die Dampfmediumführung zur Beaufschlagung einer Außenseite eines Wärmetauscherrohres mit Dampfmedium ausgelegt  
15 ist. Die Erfindung führt auch auf eine Verwendung.

- Wärmetauscher obiger Art dienen in der Regel dazu, die in einem fluiden Dampfmedium enthaltene Wärme auf ein fluides Kühlmedium zu überführen. Auf diese Weise kühlt sich das  
20 Dampfmedium ab, während sich das Kühlmedium erwärmt. Gegebenenfalls ist der Wärmetauscher so ausgelegt, dass die Abkühlung des Dampfmediums bis zu einer Kondensation des Dampfmediums führt - in diesem Fall wird ein Wärmetauscher auch als Kondensator, insbesondere Dampf-  
25 kondensator, bezeichnet. Wärmetauscher, insbesondere Kondensatoren der genannten Art, sind üblicherweise in Kraftwerksanlagen installiert. Dort dient ein fluides Dampfmedium in der Regel als Arbeitsmedium zum Antrieb einer Turbine und gibt dabei seine kinetische Energie zum Antrieb der Turbine an einen Turbinenrotor ab, der wie-  
30 derum zum Antrieb eines Generators dient.

- Danach befindet sich ein turbinenausgangsseitiges Dampfmedium in der Regel in einem entspannten Zustand, d. h. es weist einen Druck im Bereich von 1 bar auf und ist kaum überhitzt.  
35 Dieses turbinenausgangsseitige Dampfmedium wird in der Regel einem Wärmetauscher, insbesondere einem Kondensator oben genannter Art, zugeführt. Ziel ist es in der Regel, das Dampf-

medium zu kondensieren, ggf. auch seinen Wärmeinhalt nach Abgabe an das Kühlmedium weiter zu nutzen.

- Üblicherweise ist die Berandung einer Dampfmediumführung in einem Wärmetauscher obiger Art durch eine Bewandung gebildet, die aus einer Vielzahl von Wärmetauscherrohren der Kühlmediumführung aufgebaut ist. Andere Konzepte sehen quer in einer Dampfmediumführung angeordnete Kühlmediumführungen vor, so dass ein in der Dampfmediumführung geführtes Dampfmedium an der Vielzahl von Wärmetauscherrohren der Kühlmediumführung vorbeiströmen muss. Dabei sollte das umbaute Volumen solcher Wärmetauscher, insbesondere von Dampfkondensatoren, je nach Auslegung, möglichst gering gehalten werden und so optimiert werden, dass der Wirkungsgrad solcher Wärmetauscher möglichst gut ist. Ziel bei einem Wärmetauscher ist es deshalb, den Wärmeübergang bei einem Wärmetauscherrohr so effektiv wie möglich zu gestalten, so dass das im Dampfmedium enthaltene Maß an Wärme möglichst vollständig dem Kühlmedium zugeführt werden kann und nicht anderweitig verloren geht oder ungewollterweise im Dampfmedium verbleibt. Eine Behinderung des Wärmeübergangs erfolgt z. B. durch eine Ausbildung eines isolierenden Kondensationsfilms an einer Außenseite eines Wärmetauscherrohres. Eine Behinderung des Wärmeübergangs ist um so gravierender, je dichter ein isolierender Kondensationsfilm dieser Art auf einer Außenoberfläche eines Wärmetauscherrohres ist. Dabei hängt die Art eines solchen Kondensationsfilms maßgeblich von der Tropfenausbildung bzw. von dem Abtropfverhalten von kondensiertem Dampfmedium ab.
- Eine weitere Beeinträchtigung des Wärmeübergangs erfolgt durch eine kühlmediumseitige Belagbildung an einer Innenseite eines Wärmetauscherrohres. Eine solche Belagbildung erfolgt im Laufe der Zeit dadurch, dass sich im Kühlmedium enthaltene anorganische und organische Bestandteile auf der Innenoberfläche eines Wärmetauscherrohres absetzen und ansammeln. Diverse Reinigungsmaßnahmen können diesen Effekt zwar stark

verlangsamen, sind jedoch aufwändig und können den Prozess als solchen nicht verhindern.

Wünschenswert wäre ein Wärmetauscherrohr und eine Verwendung  
5 betreffend das Wärmetauscherrohr, die einen verbesserten Wärmeübergang vorsehen. Wünschenswert wäre auch ein Wärmetauscher mit einem verbesserten Wirkungsgrad, der nicht unnötig durch einen verschlechterten Wärmeübergang bei einem Wärmetauscherrohr beeinträchtigt ist.

10

An dieser Stelle setzt die Erfindung an, deren Aufgabe es ist, ein Wärmetauscherrohr, einen Wärmetauscher und eine Verwendung betreffend ein Wärmetauscherrohr anzugeben, bei dem ein Wärmeübergang von einem Dampfmedium zu einem Kühlmedium  
15 gegenüber üblichen Konzepten verbessert ist.

20

Die Aufgabe wird hinsichtlich eines Wärmetauscherrohrs durch ein Wärmetauscherrohr der eingangs genannten Art gelöst, bei dem erfindungsgemäß die Außenoberfläche mit einer Adhäsion des Dampfmediums an der Außenoberfläche verringernden ersten Schicht versehen ist und/oder die Innenoberfläche mit einer Adhäsion des Kühlmediums an der Innenoberfläche verringernden zweiten Schicht versehen ist.

25

Die Erfindung geht von der Überlegung aus, dass für die Tropfenausbildung bzw. das Abtropfverhalten eines Dampfmediums an der Außenoberfläche des Wärmetauscherrohres die Oberflächenspannung des Rohrwerkstoffs von gravierender Bedeutung ist.

30

Außerdem geht die Erfindung von der Überlegung aus, dass die Belagbildung auf der Innenoberfläche eines Wärmetauscherrohres in gravierendem Maß von den Hafteigenschaften der Oberfläche abhängt. Im Unterschied zu bisher üblichen Maßnahmen, die entweder eine regelmäßige Reinigung der Oberflächen oder Zusätze im Dampf/Kühlmedium vorsehen, hat die Erfindung er-

35

kannt, dass es möglich ist, einerseits zur verbesserten Ausgestaltung der Oberflächenspannung einer Außenoberfläche, andererseits zur verbesserten Ausgestaltung der Hafteigenschaf-



ten einer Innenoberfläche eines Wärmetauscherrohres im Hinblick auf die oben erläuterten Anforderungen, möglich ist, die Außenoberfläche mit einer Adhäsion des Dampfmediums an der Außenoberfläche verringernden ersten Schicht zu versehen und/oder die Innenoberfläche mit einer Adhäsion des Kühlmediums an der Innenoberfläche verringernden zweiten Schicht zu versehen. Dadurch verringern sich die bisher üblichen aufwändigen Reinigungsmaßnahmen auf der Innenseite eines Wärmetauscherrohres und Maßnahmen betreffend Zusätze im Kühlmedium. Auf der Außenseite eines Wärmetauscherrohres war eine Reinigung nachteiligerweise bisher nicht üblich. Solche mit Einschränkungen versehenen Maßnahmen wurden bisher dennoch bevorzugt, da es bisher nicht möglich war, Wärmetauscherrohre obiger Art zur Verfügung zu stellen und insbesondere in einem Wärmetauscher vorzusehen. Ein Hauptgrund liegt unter anderem darin, dass die Rohre nach ihrer Fabrikation nur mit hohem Aufwand beschichtet werden können. Außerdem lassen sich nach der Herstellung der Rohre Innenbeschichtungen praktisch nicht mehr durchführen, da die Rohre eine Länge von in der Regel 10 m oder mehr besitzen. In einem Wärmetauscher obiger Art für ein Kraftwerk sind in der Regel Hunderte von Kilometern von Wärmetauscherrohren verlegt. Für ein Kernkraftwerk kann ein Wärmetauscher mehr als 1000 km verlegte Wärmetauscherrohre aufweisen.

Unter einer Schicht im obigen Sinne ist neben einer Beschichtung der Grundoberfläche, also der Außenoberfläche und/oder der Innenoberfläche des Wärmetauscherrohres auch eine mit der beanspruchten Funktionalität versehene Oberflächenbehandlung der Oberfläche eines Wärmetauscherrohres zu verstehen. Beispielsweise könnte die Oberfläche eines Wärmetauscherrohres durch geeignete Maßnahmen geglättet oder poliert werden. Als wesentlich effektiver im Sinne obiger Erfindung erweisen sich jedoch Beschichtungsmaßnahmen, die im Weiteren erläutert sind.

Vorteilhafte Weiterbildung sind den Unteransprüchen zu entnehmen und geben im Einzelnen vorteilhafte Möglichkeiten an, ein Wärmetauscherrohr hinsichtlich seiner Oberflächengestaltung zu realisieren.

5

Es ist zweckmäßig eine Schicht als Beschichtung auszuführen. Besonders vorteilhaft ist die erste Schicht und/oder die zweite Schicht aus einer Anzahl von Unterschichten gebildet. Dabei können Unterschichten beispielsweise als Haftvermittlerschichten dienen. Um eine möglichst gute Haftung der die Adhäsion eines Fluids in Form von Dampf/Kühlmedium verringernden Schicht zu verbessern. Außerdem lassen sich eine Reihe von Coating-Maßnahmen hinsichtlich der Glättung oder Versiegelung einer Oberfläche und/oder der adhäsionsverringern-

10

15

den Schicht vorsehen.

Als besonders zweckmäßig hat es sich erwiesen, dass im Falle einer beidflächigen Beschichtung des Wärmetauscherrohrs, d. h. einer Beschichtung der Außenoberfläche und einer Beschichtung der Innenoberfläche die erste Schicht unterschiedlich zur zweiten Schicht ausgebildet ist. Vorteilhaft ist dazu die erste Schicht als eine die Oberflächenspannung des Rohrwerkstoffs auf der Außenoberfläche vermindern- de Schicht ausgestaltet. Vorteilhaft ist dabei eine zweite Schicht als

20

25

eine die Belagbildung auf der Innenoberfläche des Rohrwerkstoffes vermindern- de Schicht ausgestaltet, also zur Verringerung der Hafteigenschaften der Innenoberfläche eines Wärmetauscherrohres ausgelegt. Im Rahmen der Weiterbildung ist erkannt worden, dass die erste, dampfseitige Schicht aufgrund

30

ihrer Beaufschlagung mit Dampfmedium an der Außenseite des Wärmetauscherrohres anderen Anforderungen unterworfen ist, als die zweite, kühlmediumseitige Schicht, die an der Innenseite des Wärmetauscherrohres mit Kühlmedium beaufschlagt wird. Die erste und die zweite Schicht lassen sich also hin-

35

sichtlich ihrer Anforderungen auf unterschiedliche Weise optimieren.

Vorteilhaft ist die erste Schicht also als eine die Oberflächenspannung der Außenoberfläche vermindern-  
de Schicht ausgestaltet. Dies vermindert vorteilhaft die Tropfenausbildung  
und das Abtropfverhalten des Dampfmediums bei einer Kondensation desselben.

Die zweite Schicht ist also vorteilhaft als eine die Belagbildung auf der Innenoberfläche vermindern-  
de Schicht ausgestaltet. Insbesondere kann eine solche Schicht als eine Biozidschicht ausgestaltet sein. Weiter erweist sich eine Antifoulingschicht als vorteilhaft. Solche Schichten reduzieren die Belagbildung und das Belagwachstum organischer Substanzen auf ein zu vernachlässigendes Maß.

Die Erfindung führt zur Lösung der Aufgabe hinsichtlich des Wärmetauschers auf einen Wärmetauscher der eingangs genannten Art, bei dem ein Wärmetauscherrohr erfindungsgemäß auf eine oben erläuterte Art ausgelegt ist.

Als ganz besonders zweckmäßig hat es sich erwiesen, dass das Wärmetauscherrohr als ein längsnahtgeschweißtes Wärmetauscherrohr ausgebildet ist. Das heißt, bei dem Wärmetauscherrohr verläuft eine Schweißnaht längs der länglichen Ausdehnung des Rohres und es ist im eingebauten Zustand des Rohres an der oberen Seite des Rohrquerschnitts angeordnet.

Es hat sich nämlich gezeigt, dass eine gemäß dem vorgeschlagenen Konzept ausgebildete Schicht, insbesondere Beschichtung, eines Wärmetauscherrohres vorteilhaft bereits bei Breit- oder Schmalbändern angebracht wird, aus denen Wärmetauscherrohre üblicherweise hergestellt werden. Breit- oder Schmalbänder sind bandförmige Metallplatten der Wandstärke eines Wärmetauscherrohres, die anschließend zu einem entlang einer Längsnaht geschlitzten Schlitzrohr gerundet werden. Dieses Schlitzrohr wird dann entlang der Längsnaht mit einer Schweißnaht zur Erstellung des Wärmetauscherrohres versehen. Da die gemäß dem Konzept der Erfindung vorgesehene Schicht,

insbesondere Beschichtung, möglicherweise eine Beeinträchtigung des Schweißprozesses bzw. der Qualität der Schweißnaht mit sich bringen kann, kann die Schicht vor dem Schweißprozess im Bereich der Schweißnaht lokal wieder entfernt werden.

- 5 Durch ein Entfernen der Schicht im Bereich der Schweißnaht wird der oben erläuterte Effekt der Schicht nur zu einem unwesentlichen Teil beeinträchtigt, so dass gemäß dem Konzept der Erfindung immer noch ca. 90 % bis 95 % der oben erläuterten gewünschten Effekte erzielt werden.

10

Vorteilhaft wird die Schicht unmittelbar vor dem Schweißprozess und noch im Einförmprozess des Bandes zum Schlitzrohr im Bereich des Schlitzes / der Schweißnaht entfernt.

- 15 Zweckmäßigerweise wird eine Beschichtung im lokalen Bereich der Schweißnaht durch eine örtlich lokale Maskierung des Schweißnahtbereichs während des Beschichtungsprozesses verhindert. Alternativ oder zusätzlich kann der Schweißnahtbereich beschliffen werden, so dass im Rahmen eines solchen
- 20 Schleifprozesses eine bereits vorhandene Schicht, insbesondere Beschichtung, wieder entfernt wird.

- Durch einen anschließenden Einbau eines Wärmetauscherrohres, bei dem die Schweißnaht längs der länglichen Ausdehnung des
- 25 Rohres an der oberen Seite des Rohrquerschnitts angeordnet ist, also in einer Zwölf-Uhr-Lage, wird erreicht, dass die in einem solchen Fall nicht mit einer Schicht versehene Schweißnaht weniger durch Belagbildung beansprucht ist als die der Schweißnaht gegenüber liegende Seite und die übrigen Bereiche
- 30 eines Wärmetauscherrohres. Durch diese vorteilhafte Maßnahme wird also erreicht, dass der Schweißprozess, der ein Schlitzrohr zum Wärmetauscherrohr fertigstellt, zum Einen nicht durch eine Schicht gemäß dem vorgeschlagenen Konzept beeinträchtigt wird, und zum Anderen dennoch ein besonders hoher
- 35 Anteil der oben erläuterten gewünschten Effekte, vorteilhaft in einem Bereich oberhalb von 95 Prozent, erreicht wird.

Die Aufgabe hinsichtlich einer Verwendung betreffend das Wärmetauscherrohr wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Verwendung eines eine Adhäsion eines Fluids an einer Oberfläche verringernden Schichtmaterials für eine Außenoberfläche an einer Außenseite eines Wärmetauscherrohres zur Beaufschlagung mit einem Dampfmedium und für eine Innenoberfläche an einer Innenseite des Wärmetauscherrohres zur Beaufschlagung mit einem Kühlmedium.

Insbesondere ist die Außenoberfläche mit einer eine Adhäsion des Dampfmediums an der Außenoberfläche verringernden ersten Schicht versehen ist und/oder die Innenoberfläche ist mit einer eine Adhäsion des Kühlmediums an der Innenoberfläche verringernden zweiten Schicht versehen.

Es hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, dass ein auf Polytetrafluorethylen (PTFE) basierendes Material als Schichtmaterial verwendet wird. Dazu kann vorteilhaft ein Material verwendet werden, das PTFE in Form von Teflon enthält.

Weiter hat sich erwiesen, dass ein auf einem Kohlenstoffsystem basierendes Material als Schichtmaterial vorteilhaft ist. Insbesondere hat sich ein gemäß einem Diamond-like-System (DLC-System) aufgebautes Material als besonders vorteilhaft erwiesen.

Weiter hat sich ein, auf einem organischen Silikatnetzwerk basierendes Material zur Verwendung als Schichtmaterial als besonders vorteilhaft erwiesen. Solche organische Silikatnetzwerke lassen sich vorteilhaft als Außenoberfläche bestehend aus Nanopartikeln ausbilden, welche die Antihafteigenschaften einer Oberfläche, insbesondere einer Innenoberfläche des Wärmetauscherrohres maßgeblich verringern. Ganz ähnlich erweist sich eine DLC-System-Oberfläche auf einer Innenoberfläche des Wärmetauscherrohres als besonders vorteilhaft.

Eine auf einem Polytetrafluorethylen basierendes Schichtmaterial kann besonders vorteilhaft auf einer Außenoberfläche eines Wärmetauscherrohres verwendet werden.

- 5 Die Verwendung aller genannten Schichtmaterialien für ein Wärmetauscherrohr gemäß dem oben erläuterten Konzept lässt sich gemäß der Erkenntnis der Erfindung auf überraschende Weise vorteilhaft verwirklichen, denn nach bisher üblichen Maßnahmen ließen sich Schichten der oben genannten Art auf  
10 Wärmetauscherrohren gar nicht realisieren und konnten deshalb für einen Fachmann nicht in Betracht kommen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung beschrieben. Diese soll die Ausführungsbeispiele nicht maßgeblich darstellen, vielmehr ist die Zeichnung,  
15 wo zur Erläuterung dienlich, in schematisierter und/oder leicht verzerrter Form ausgeführt. Im Hinblick auf Ergänzungen der aus der Zeichnung unmittelbar erkennbaren Lehren wird auf den einschlägigen Stand der Technik verwiesen. Im Einzelnen zeigt die Zeichnung in:  
20

FIG 1 den Querschnitt eines Wärmetauscherrohres im eingebauten Zustand gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform;

25

FIG 2 eine schematische Darstellung eines Wärmetauschers gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform mit einer Kühlmediumführung und einer Dampfmediumführung.

- 30 FIG 1 zeigt ein Wärmetauscherrohr 1 im eingebauten Zustand bei einem Wärmetauscher wie er schematisch in FIG 2 gezeigt ist. Die hier gezeigte besonders bevorzugte Ausführungsform des Wärmetauscherrohres 1 im eingebauten Zustand sieht eine Adhäsion eines Fluids an einer Oberfläche 3, 5 des Wärmetauscherrohres 1 verringernde Schicht 7, 9 vor. Das Wärmetauscherrohr 1 weist eine dampfseitige Außenoberfläche 3 an  
35 seiner Außenseite 4 zur Beaufschlagung mit einem Dampfmedium

25 auf und eine kühlmediumseitige Innenoberfläche 5 an seiner Innenseite 6 zur Beaufschlagung mit einem Kühlmedium 27 auf. Die Außenoberfläche 3 ist mit einer eine Adhäsion des Dampfmediums an der Außenoberfläche 3 verringernden ersten Schicht 5 7 versehen. Die Innenoberfläche 5 ist mit einer eine Adhäsion des Kühlmediums an der Innenoberfläche 5 verringernden zweiten Schicht 9 versehen.

Die erste, dampfseitige Schicht 7 ist vorliegend aus einem 10 Schichtmaterial gefertigt, das ein auf einem PTFE (Polytetrafluorethylen) basierendes Material ist. Vorliegend wird ein Gemisch aus Teflon und anderen Komponenten bevorzugt. Die zweite, kühlmediumseitige Schicht 9 ist vorliegend ein auf einem organischen Silikatnetzwerk basierendes Material. 15 Dies Material wurde vorliegend zur Bildung von Nanopartikeln nach einem so genannten Sol-Gel-Prozess hergestellt und weist damit eine im Nanometerbereich strukturierte Oberfläche auf. Es hat sich gezeigt, dass diese Art der Beschichtung mit einer zweiten Schicht 9 auf einer Innenoberfläche 5 besonders 20 vorteilhaft die Hafteigenschaften eines Kühlmediums und damit die Ablagerung und Ansammlung von organischem und anorganischem Material auf der Innenoberfläche 5 des Wärmetauscherrohres 1 verhindert. Eine erste Schicht 7 auf einer Außenoberfläche 3 des Wärmetauscherrohres 1 auf Polytetrafluor- 25 ethylen-Basis weist eine besonders geringe Oberflächenspannung auf und verringert damit die Tropfenausbildung an der Oberfläche und soweit Tropfen gebildet werden, das Abtropfverhalten wird derart verändert, dass sich keinerlei Kondensationsfilme auf der Außenoberfläche 3 des Wärmetauscherrohres 1 bilden können. 30

Das in dieser Ausführungsform gezeigte Wärmetauscherrohr 1 ist vorteilhaft aus einem Schmalband hergestellt, das bereits als Solches auf seiner der Innenoberfläche 5 zugeordneten 35 Fläche mit einem organischen Silikatnetzwerk der Schicht 9 zur Bildung einer Innenseite 6 versehen wurde und auf einer der Außenoberfläche 3 zugeordneten Fläche mit einem auf Poly-

tetrafluorethylen basierenden Material zur Bildung einer Außenseite 4 versehen wurde. Im Rahmen des weiteren Herstellungsprozesses wurde das Schmalband im Bereich 11, also an seinen Rändern, die später im Bereich 11 der Schweißnaht 13  
 5 liegen würden, bereits beim Beschichtungsprozess zur Bildung der Schichten 9, 7 maskiert und bei dieser Ausführungsform anschließend angeschliffen, so dass der Bereich 11 der Schweißnaht 13 beschichtungsfrei blieb. Der Anschleifschritt kann im Rahmen einer Abwandlung auch entfallen. Nach der Ver-  
 10 rundung des Schmalbandes zum Schlitzrohr im weiteren Herstellungsschritt konnte die Schweißnaht 13 am Schlitzrohr zur Fertigstellung des Wärmetauscherrohres angebracht werden, ohne dabei nachteilige Auswirkungen einer Beschichtung 9, 7 auf den Schweißprozess in Kauf nehmen zu müssen.

15 Im eingebauten Zustand wird das Wärmetauscherrohr 1 in einem Wärmetauscher 17 in der in FIG 1 gezeigten Zwölf-Uhr-Lage eingebaut, d. h. die Schweißnaht 13 befindet sich an der oberen Seite 15 des Rohrquerschnitts.

20 Im Rahmen einer Abwandlung kann ein Wärmetauscherrohr, im Wesentlichen mit dem gleichen oben erläuterten Herstellungsverfahren, lediglich im Bereich seiner Drei-Uhr-Lage bis Neun-Uhr-Lage beschichtet werden. Es hat sich nämlich gezeigt,  
 25 dass insbesondere der Bereich um die Sechs-Uhr-Lage bei einem Wärmetauscherrohr besonders korrosions- und belaganfällig ist. Insbesondere verbleiben oftmals, z. B. vor allem bei einer Entleerung des Wärmetauscherrohres, Schwebstoffe in dem Bereich der Sechs-Uhr-Lage auf der Innenseite des Wärmetauscherrohres. Wenigstens der Bereich um die Sechs-Uhr-Lage,  
 30 z. B. ein 45°-Winkel-Bereich, ein 90°-Winkel-Bereich, vorteilhaft ein 120°-Winkel-Bereich und insbesondere ein 180°-Winkel-Bereich oder ein jeweils größerer Winkel-Bereich, ist im Rahmen der Abwandlung mit einer Schicht versehen.

35 FIG 2 zeigt schematisch einen Wärmetauscher 17 mit einer Kühlmediumführung 19 und einer Dampfmediumführung 21. Die



Kühlmediumführung 19 weist zur Führung des Kühlmediums 27 eine Vielzahl von in FIG 1 näher erläuterten Wärmetauscherrohren 23 auf, die in der FIG 2 lediglich schematisch gezeigt sind. Das Kühlmedium 27 wird dabei an der Innenseite 6 der  
5 Wärmetauscherrohre 23 geführt. Die Dampfführung 21 sieht die Beaufschlagung der Außenseite 4 der Wärmetauscherrohre 23 mit einem Dampfmedium 25 vor.

Um eine, den Wärmeübergang bei Wärmetauscherrohren 1, 23 behindernde Filmbildung zu vermeiden, ist bei einem Wärmetauscherrohr 1, 23 mit einer auf einer Außenoberfläche 3 liegenden Außenseite 4 zur Beaufschlagung mit einem Dampfmedium und einer auf einer Innenoberfläche 5 liegenden Innenseite 6 zur Beaufschlagung mit einem Kühlmedium gemäß dem vorgeschlagenen  
10 Konzept vorgesehen, dass die Außenoberfläche 3 mit einer eine Adhäsion des Dampfes an der Außenoberfläche 3 verringernden ersten Schicht 7 versehen ist und/oder die Innenoberfläche mit einer ein Adhäsion des Kühlmediums an der Innenoberfläche 5 verringernden zweiten Schicht 9 versehen ist. Das Konzept  
15 führt auf einen Wärmetauscher 17 und eine Verwendung.  
20

03. Feb. 2004

## Patentansprüche

1. Wärmetauscherrohr (1) mit einer auf einer Außenoberfläche (3) liegenden Außenseite (4) zur Beaufschlagung mit einem Dampfmedium (25) und einer auf einer Innenoberfläche (5) liegenden Innenseite (6) zur Beaufschlagung mit einem Kühlmedium (27),  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Außenoberfläche (3) mit einer eine Adhäsion des Dampfmediums (25) an der Außenoberfläche (3) verringernden ersten Schicht (7) versehen ist, und/oder  
die Innenoberfläche (5) mit einer eine Adhäsion des Kühlmediums (27) an der Innenoberfläche (5) verringernden zweiten Schicht (9) versehen ist.
2. Wärmetauscherrohr (1) nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die erste Schicht (7) und/oder die zweite Schicht (9) durch eine Anzahl von Unterschichten gebildet ist.
3. Wärmetauscherrohr (1) nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
im Falle einer beidflächigen Beschichtung (7, 9) des Wärmetauscherrohres (1) die erste Schicht (7) unterschiedlich zur zweiten Schicht (9) ausgebildet ist.
4. Wärmetauscherrohr (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die erste Schicht (7) als eine die Oberflächenspannung der Außenoberfläche (3) vermindernde Schicht ausgestaltet ist.
5. Wärmetauscherrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die zweite Schicht (9) als eine die Belagbildung auf der Innenoberfläche (5) vermindernde Schicht ausgestaltet ist.

6. Wärmetauscher (17) mit einer Kühlmediumführung (19) und einer Dampfmediumführung (21), wobei  
5 die Kühlmediumführung (19) eine Vielzahl von Wärmetauscherrohren (23) zur Führung von Kühlmedium (27) an der Innenseite (6) eines Wärmetauscherrohres (1, 23) aufweist, und  
die Dampfmediumführung (21) zur Beaufschlagung einer Außenseite (4) eines Wärmetauscherrohres (1, 23) mit Dampfmedium (25) ausgelegt ist,  
10 dadurch gekennzeichnet, dass  
ein Wärmetauscherrohr (1, 23) nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist.
- 15 7. Wärmetauscher nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Wärmetauscherrohr (1, 23) als ein längsnahtgeschweißtes Wärmetauscherrohr (1) ausgebildet ist, bei dem eine  
Schweißnaht (13) längs der länglichen Ausdehnung des Wärmetauscherrohres (1, 23) verläuft und im eingebauten Zustand des Wärmetauscherrohres (1, 23) an der oberen Seite  
20 (15) des Rohrquerschnitts angeordnet ist.
8. Verwendung eines eine Adhäsion eines Fluids an einer  
25 Oberfläche verringernden Schichtmaterials für eine Außenoberfläche (3) an einer Außenseite (4) eines Wärmetauscherrohres (1, 23) zur Beaufschlagung mit einem Dampfmedium (25) und für eine Innenoberfläche (5) an einer Innenseite (6) des Wärmetauscherrohres (1, 23) zur  
30 Beaufschlagung mit einem Kühlmedium (27).
9. Verwendung nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Außenoberfläche (3) mit einer eine Adhäsion des  
35 Dampfmediums (25) an der Außenoberfläche (3) verringernden ersten Schicht (7) versehen ist, und/oder

10. die Innenoberfläche (5) mit einer eine Adhäsion des Kühlmediums (27) an der Innenoberfläche (5) verringernden zweiten Schicht (9) versehen ist.

- 5 11. Verwendung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Schichtmaterial ein auf PTFE (Polytetrafluorethylen) basierendes Material ist.
- 10 12. Verwendung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Schichtmaterial ein auf einem Kohlenstoffsystem basierendes Material ist.
- 15 13. Verwendung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Schichtmaterial ein auf einem organischen Silicatnetzwerk basierendes Material ist.



## Zusammenfassung

EPO - Munich  
53

03. Feb. 2004

## Wärmetauscherrohr, Wärmetauscher und Verwendung

- 5 Um eine, den Wärmeübergang bei Wärmetauscherrohren (1, 23) behindernde Filmbildung zu vermeiden, ist bei einem Wärmetauscherrohr (1, 23) mit einer auf einer Außenoberfläche (3) liegenden Außenseite (4) zur Beaufschlagung mit einem Dampfmedium und einer auf einer Innenoberfläche (5) liegenden Innenseite (6) zur Beaufschlagung mit einem Kühlmedium gemäß dem vorgeschlagenen Konzept vorgesehen, dass die Außenoberfläche (3) mit einer eine Adhäsion des Dampfes an der Außenoberfläche (3) verringernden ersten Schicht (7) versehen ist und/oder die Innenoberfläche mit einer ein Adhäsion des Kühlmediums an der Innenoberfläche (5) verringernden zweiten Schicht (9) versehen ist. Das Konzept führt auf einen Wärmetauscher (17) und eine Verwendung.
- 10
- 15

FIG 1



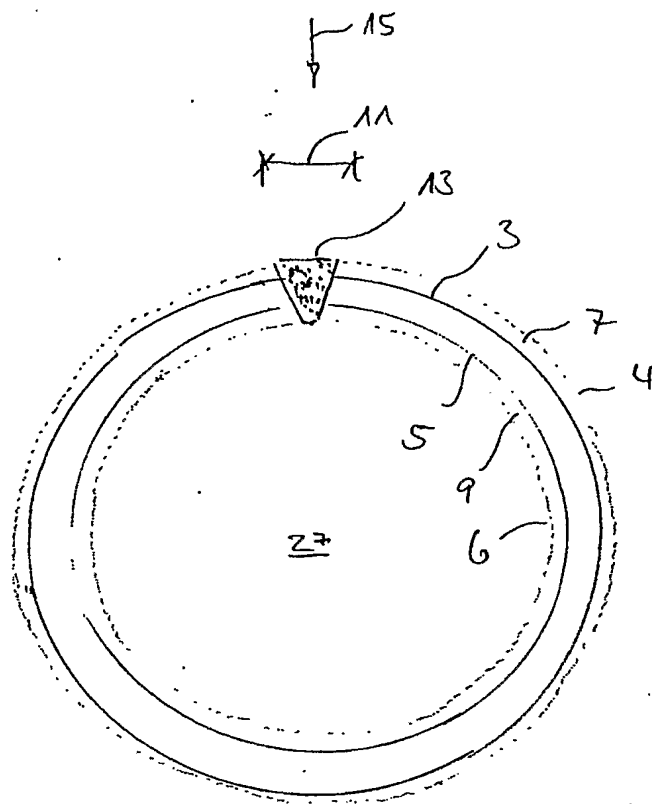


Fig. 1



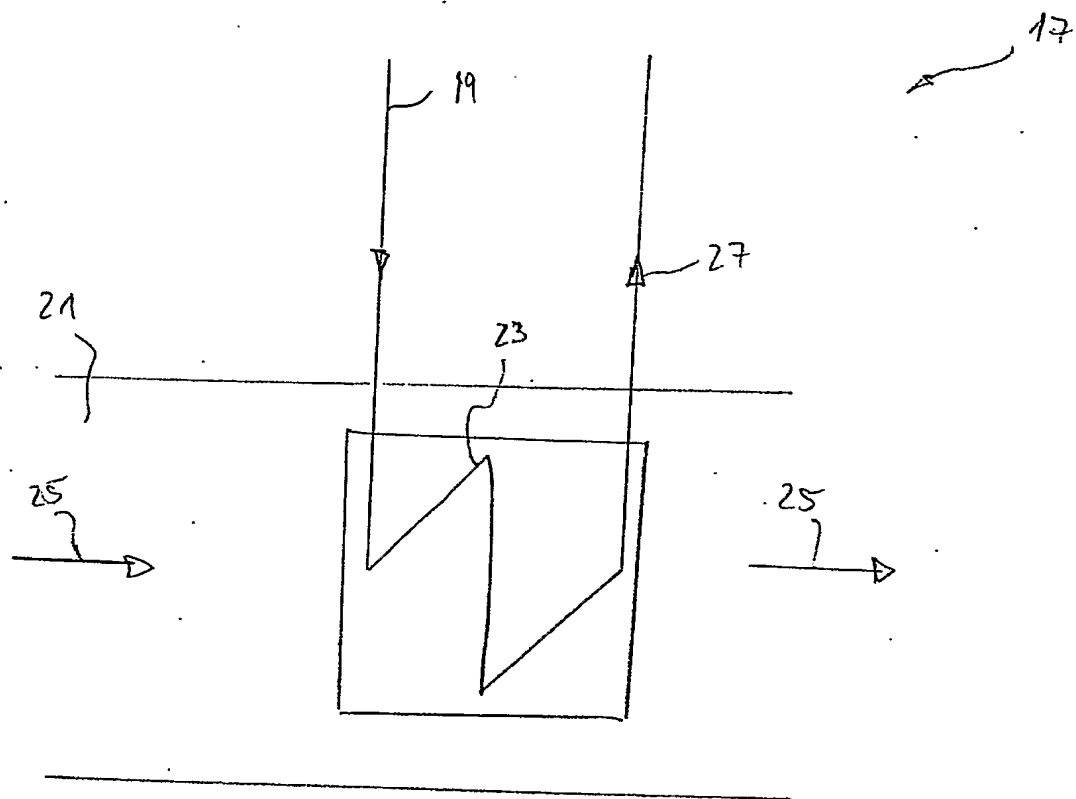


Fig. 2